

**FORMATION OF MULTI-STEP PROFILE**

Patent Number: JP11061447  
Publication date: 1999-03-05  
Inventor(s): KIKAWA KEISUKE;; FUKUSHIMA NOBUHITO;; YAMAMOTO IZUMI  
Applicant(s): CITIZEN WATCH CO LTD  
Requested Patent: JP11061447  
Application Number: JP19970218528 19970813  
Priority Number(s):  
IPC Classification: C23F4/00; C23C28/00; G11B5/60; G11B21/21  
EC Classification:  
Equivalents:

**Abstract**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enable reduction in manufacturing process and formation of a high precision irregular-profiled magnetic head slider by subjecting first and second resists formed on a substrate to exposure with different two masks, respectively, subjecting the resulting two resist layers together to development and drying, and thereafter, successively subjecting the resulting substrate provided with resist patterns to dry etching, ashing and dry etching, in this order.

**SOLUTION:** This formation comprises: forming a first resist 2 on a raw far 1 (slider material); irradiating the first resist 2 with ultraviolet rays 4 through a first mask 3 to cure an irradiated part 2a of the resist 2; forming a second resist 5 on the first resist 2; irradiating the resist 5 with ultraviolet rays through a second mask 6 different from the first mask 3 to cure an irradiated part 5a of the second resist 5; subjecting the resulting laminated resist layers together to development and, thereafter, to drying; dry-etching the substrate 1 provided with resist patterns 7 and 8 to form a first cavity 9; introducing gaseous argon contg. oxygen to form a plasma from the gas and performing resist ashing with the plasma; then, performing reactive ion etching to form a second cavity 10; and finally, performing resist removal with acetone.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-61447

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月5日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup> 識別記号  
 C 2 3 F 4/00  
 C 2 3 C 28/00  
 G 1 1 B 5/60  
 21/21 1 0 1  
 // H 0 1 L 21/027

F I  
 C 2 3 F 4/00 A  
 C 2 3 C 28/00 E  
 G 1 1 B 5/60 Z  
 21/21 1 0 1 L  
 H 0 1 L 21/30 5 7 2 A

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 4 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平9-218528

(22) 出願日 平成9年(1997) 8月13日

(71) 出願人 000001960

シチズン時計株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目1番1号

(72) 発明者 木川 計介

埼玉県所沢市大字下富字武野840番地 シ  
チズン時計株式会社技術研究所内

(72) 発明者 福島 信人

埼玉県所沢市大字下富字武野840番地 シ  
チズン時計株式会社技術研究所内

(72) 発明者 山本 泉

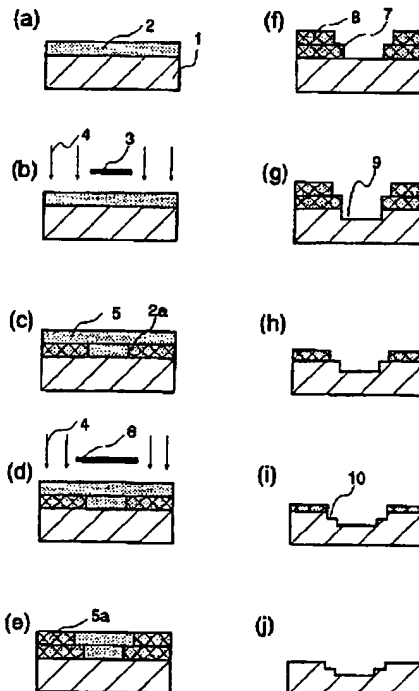
埼玉県所沢市大字下富字武野840番地 シ  
チズン時計株式会社技術研究所内

## (54) 【発明の名称】 多段形状の形成方法

## (57) 【要約】

【課題】 製造工数を大幅に削減し、工程歩留まりを上げて、安価で高精度な多段形状の形成方法を提供すること。

【解決手段】 基板上にレジストを塗布して、所定のマスクを介して露光する一連の工程を繰り返して、レジストを積層した後、一括して現像を行う。基板上にパターンニングされたレジストをドライエッチング加工し、第一のキャビティを形成する。その後、レジストをアッシングし、再度ドライエッチング加工し、第二のキャビティを形成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の基板上に第一のレジストを塗布しこれを所定のマスクを介して露光する工程と、その上に第二のレジストを塗布し前述のマスクとは異なるマスクを介して露光する工程と、さらに必要される段差の数だけ同様の工程を繰り返しレジストを積層した後一括して現像し乾燥する工程と、エッチングにより第一の段差を形成する工程と、アッシングにより一層分のレジストを消失させ再度エッチングにより第二の段差を形成する工程と、さらに必要とされる段差の数だけ同様の工程を繰り返すことを有することを特徴とする多段形状の形成方法。

【請求項2】 前記第一のレジストおよび第二のレジストが感光性ドライフィルムレジストであることを特徴とする請求項1に記載の多段形状の形成方法。

【請求項3】 前記レジストのアッシングは、アルゴンと酸素の混合ガスを用いたプラズマ中で行うことを特徴とする請求項1に記載の多段形状の形成方法。

【請求項4】 前記レジストのアッシングは、基板に負のバイアス電圧を印可することを特徴とする請求項1に記載の多段形状の形成方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、各種センサーやアクチュエータとして用いられるシリコンやセラミックス、ガラスなどからなる基板に段差を刻むためのエッチング方法を用いた多段形状の形成方法に関するものであり、特に異なる高さを持つ複数の段差を形成する方法と、その形成方法を用いた磁気ヘッドスライダーの製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、マイクロマシン技術に代表されるように、シリコンや各種セラミックス基板を半導体製造技術、特にフォトリソグラフィとドライエッチングを用いて所定の形状に微細加工し、これをセンサーやアクチュエータへ応用する例が数多く見られるようになった。ここにおいては、各種の深さを持つグループや、剛性を制御するため基板の厚みを部分的に薄くしたりするなど、深さの異なる複数の段差を形成する必要があった。これらの作用や形成方法を説明するにあたり、ここでは磁気ディスク装置に用いられる浮上型の磁気ヘッドを例として取り上げることとする。

【0003】磁気ディスク装置に用いられる浮上型磁気ヘッドは、記録密度の増大に伴って、いわゆるスペーシングロス を最小限に抑えるため、ディスクと磁気ヘッドの間隔、すなわち浮上量は低下の一途をたどり、かつディスクの外周から内周まで一定であることが求められている。このような要求に応える磁気ヘッドスライダーとして、空気の流体力学に基づいて設計された異形スライダーが提案され、実用化している。この異形スライダ

ーは、キャビティと呼ばれる凹部を備え、大気圧より低い圧力を生じるようにしたことが特徴で、負圧スライダーとも呼ばれている。このようなキャビティは従来の機械研削では製作が困難であり、フォトリソグラフィとドライエッチングプロセスにより作られるのが一般的である。

【0004】さらに近年、より正確に高精度な浮上量制御を行うために、図2に示すように、磁気ヘッドスライダーに複数の深さのキャビティないしは段差を持つ傾向にある。

【0005】こうした複数のキャビティを備えるスライダーを形成するためには、①ロー・バー（スライダー材料）の整列と接着、②レジストの塗布、③露光、④現像、⑤ドライエッチング、⑥レジストおよびロー・バーの剥離、⑦洗浄という一連の工程を、キャビティの深さの数だけ工程を繰り返している。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来の方法では、同一工程を複数回繰り返すために、製造ラインの製造能力を半減させるという課題、さらに、取り扱いに注意が必要であるロー・バー（スライダー材料）を扱う工程が増えるため、不良が発生するという課題、さらに、レジストを積層する際に、塗布、露光、現像という一連の工程を繰り返すために、一度現像されたレジストの表面にレジストを塗布しなければならず、レジスト間での密着性が悪いと、界面剥離が発生し、高精度にドライエッチング加工できないという課題があった。

【0007】この課題を解決するために、本発明の目的は、製造工数を大幅に削減し、安価で高精度な磁気ヘッドの異形スライダーの製造方法を提供することにある。ひいては、高記録密度磁気ディスクドライブの実現に貢献するものである。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成させるために、本発明は、スライダーがアレイ状になったロー・バー（スライダー材料）上に第一のレジストを塗布し、これを所定のマスクを介して露光したのち、その上に第二のレジストを塗布し、これを第一のレジストを露光したものとは異なるマスクを用いて露光する。二層に積層したレジストを一括して現像した後、乾燥処理する。これをイオンミリングまたは反応性イオンエッチングを用いてドライエッチング加工すると、レジストで覆われていないロー・バー表面がエッチングされ、第一のキャビティが形成される。つぎに、アルゴンと酸素を混合したガスを用いて、プラズマ中でアッシングし、その後、再度、イオンミリングまたは反応性イオンエッチングを用いてドライエッチング加工すると、アッシングにより露出したロー・バー表面が新たにエッチングされる。最初のドライエッチング加工により形成されたキャビティと

は異なる深さを持った第二のキャビティが形成される。

【0009】本発明は、ドライエッチング加工とアッシングを繰り返す工程が、同一のドライエッチング装置内で行うことができるため、従来の工程と比較して、大幅な工数削減が可能となる。また、ロー・バーを扱う工程が減少し、さらに、一括現像することで、積層したレジスト間の剥離が全く無くなり、歩留まり向上が可能となる。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明による実施の形態を図面を基に説明する。図1は、本発明による磁気ヘッドスライダーの製造工程の一例を示す概略図である。まず、図2(a)に示すように、ロー・バー（スライダ材料）1上に第一のレジスト2を貼り付ける。ここではレジストとして東京応化工業（株）製感光性ドライフィルムレジスト、オーディル $\alpha$ シリーズ（30 $\mu$ m厚）を用いたが、ネガ型のドライフィルムであれば同様に用いることができる。レジストの膜厚も30 $\mu$ mに限るものでない。ドライフィルムレジストの貼り付けは、ラミネーター装置の上下ロール温度を105℃、上下ロール間圧力を3kgf/cm<sup>2</sup>に設定して行った。

【0011】室温にて冷却後、図1(b)に示すように、第一のマスク3を介して紫外線4を照射して、レジストを硬化させる。図1(c)に示すように、ネガ型のレジストを用いているので、紫外線4の当たった部分2aのみが硬化する。

【0012】次に、図1(c)に示すように、第一のレジスト上にさらに第二のレジスト5を貼り付ける。第二のレジストもオーディル $\alpha$ シリーズ（30 $\mu$ m厚）を用いた。前記第一のレジストと同条件で張り付けの作業を行った。

【0013】室温にて冷却後、図1(d)に示すように、第一のレジストを露光する際に用いたマスクとは異なる第二のマスク6を介して、紫外線4を照射してレジストを硬化させる。図1(e)に示すように、ネガ型のレジストを用いているので、紫外線4の当たった部分5aのみが硬化する。

【0014】次に、図1(e)に示すように、2層に積層した第一および第二のレジストを一括して現像する。現像液は炭酸ナトリウム水溶液を用いる。スプレー式現像装置の現像温度を30℃、現像時間を40秒に設定して、現像作業を行った。現像後は、現像時間と等倍の純水の洗浄を行い、さらに、密着性および寸法精度向上のために、90℃の乾燥処理を行う。2層に積層したレジストを一括して現像することによって、現像工程後に発生するレジストパターンの基板（ロー・バー）からの剥離および積層したレジスト間での剥離が全く無くなる。図2(f)に示すように、寸法のばらつきが小さい（1～2 $\mu$ m以下）良好なレジスト形状を得ることができる。

【0015】従来法では、一度現像されたレジストの表面（現像液にさらされた表面）は接着性に劣るため、レジストを2層に積層する際に、①レジストの貼り付け、②露光、③現像という一連の工程を繰り返したため、第一のレジストと第二のレジストの界面で剥離が発生し、ドライエッチング加工精度の不良発生の最大の要因になっていた。

【0016】次に、第一および第二のレジストパターン7、8を持ったロー・バー1を反応性イオンエッチング装置に投入し、ロー・バーをエッチング加工して、図1(g)に示すように、第一のキャビティ9を形成する。第二のレジスト8は、その厚みが減少するものの、まだ20 $\mu$ m程度残っている。

【0017】次に、前記エッチング装置内にロー・バーを保持したまま、10%の酸素を含むアルゴン混合ガスを導入して、これをプラズマ化し、図2(h)に示すように、第二のパターンがロー・バー表面に反映させるまで、レジストのアッシングを行う。レジストのアッシングのエンドポイントは、レジストのエッチング速度をあらかじめ測定しておいて、時間で制御した。このとき、基板（ロー・バー）には、-300Vのバイアス電圧を印可した。また、酸素とアルゴンの混合ガスの酸素濃度を高めることによって、レジストのエッチング速度を比例関係で大きくすることができるが、アッシング後のレジスト表面の観察結果（ボイド発生状況および変色の様子）から判断して、10%の酸素を含むアルゴン混合ガスを用いるのが適切である。本実施例のように、酸素を含むアルゴン混合ガスをプラズマ化し、さらに基板（ロー・バー）に負バイアスを印可することによって、レジストの除去（エッチング）に異方性を持たせることができ、寸法精度が良好なレジストパターンを得ることができた。

【0018】次に、再び反応性イオンエッチングを行い、図2(i)に示すように、第二のキャビティ10を得た。

【0019】最後に、アセトンに浸漬することによって、図2(j)に示すように、レジストがすべて除去されて、二つの深さを持つキャビティが完成する。以上のようにキャビティが形成されたロー・バーは、個々のヘッドに切断され図2に示すような第一および第二のキャビティ9、10を有する磁気ヘッドスライダーが完成する。

【0020】以上、発明の実施の形態において、二段形状のキャビティの形成方法について説明したが、段差は二段に限定するものではなく、また、基板に関しても、実施例で用いた材料に限定するものではなく、シリコンや各種セラミックスが用いられても良い。

【0021】

【発明の効果】以上述べたように本発明によれば多段形状の形成方法であり、具体的には深さの異なる複数のキ

ャビティを備えた負圧スライダーが、簡便にかつ安定して製造でき、しいては高密度高容量磁気ディスク装置の普及と、それを活かした情報処理能力に優れたコンピュータの普及に貢献するものである。また、シリコンや各種セラミックス基板の加工に応用すれば、小型センサーやアクチュエータに必要とされる多段形状が得られ、その普及に貢献するものである。

【図面の簡単な説明】

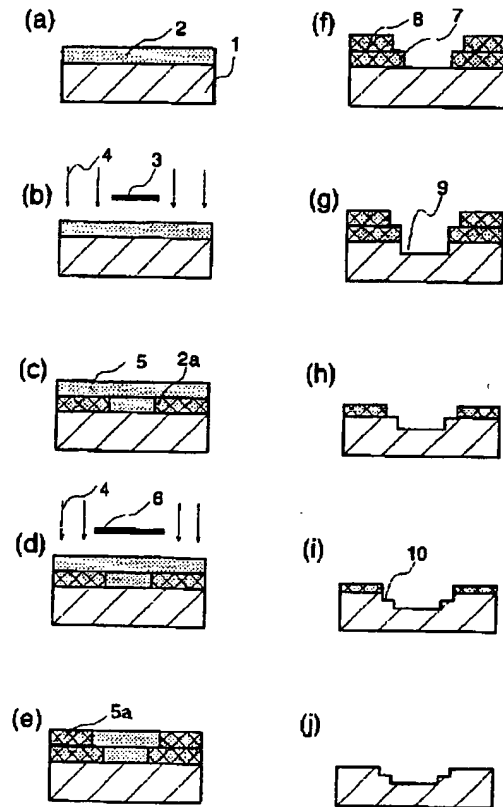
【図1】本発明による磁気ヘッドスライダーの製造工程の一例を示す概略図である。

【図2】本発明により製造した磁気ヘッドスライダーの一例を示す概略図である。

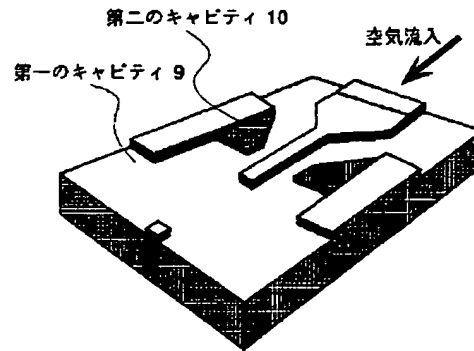
【符号の説明】

- 1 ロー・バー（スライダー材料）
- 2 第一のレジスト
- 3 第一のマスク
- 4 紫外線
- 5 第二のレジスト
- 6 第二のマスク
- 7 第一のレジストパターン
- 8 第二のレジストのパターン
- 9 第一のキャビティ
- 10 第二のキャビティ

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

H01L 21/3065

識別記号

F I

H01L 21/302

H